

Evaluación de cultivos puros o combinados de maíz y soja Roundup Ready para la producción de silajes.

Leandro O. Abdelhadi, Méd. Vet., M.Sc.

*Est. El Encuentro, Investigación y Extensión en Nutrición de Rumiantes.
Consultor externo de Monsanto para UEDAPs ganaderas.*

Introducción.

Como parte de un trabajo conjunto entre empresas del sector, técnicos y productores, desde el año 2004 nos propusimos llevar a diferentes zonas agro ecológicas herramientas que permitieran potenciar una ganadería cada vez más arrinconada por una agricultura mas rentable y algo más predecible.

Si de potenciar la ganadería se trata, independientemente de la zona del país que uno analice, sigue siendo la alimentación el cuello de botella fundamental y en gran medida la problemática radica en la baja productividad de forraje y en especial en la mala distribución de la oferta que pasturas o pastizales entregan a lo largo del año. Esta heterogeneidad en la oferta, no se condice con la demanda que imponen cargas cada vez más altas, que buscan producción de carne o leche por hectárea. Así recursos como los silajes, que en poca superficie produzcan cantidad y calidad de alimento, constituyen una opción más que interesante a la hora de atenuar variaciones en la oferta.

En nuestros sistemas de producción ha sido la energía el principal condicionante de las respuestas individuales, ya que la proteína ha venido en general de las pasturas templadas, motivo por el cual en materia de ensilados el maíz ha sido lo que más ha evolucionado.

Pero cuando nos movemos hacia las zonas tropicales (dominadas por forrajeras C4) o incluso en zonas templadas cuando las forrajeras C3 están condicionadas, la proteína pasa a ser un condicionante más del sistema. Así nuestro objetivo con estos trabajos ha sido evaluar no solo la posibilidad de lograr maíces de buena producción y calidad en zonas ganaderas, sino también buscar en la posibilidad de asociación con soja, la posibilidad de lograr silajes energético-proteicos que permitan independizarnos de la variable pasto, en aquellos momentos críticos que en todas las zonas agro ecológicas suceden en mayor o menor medida. A continuación se presentan los resultados obtenidos al momento, agrupados en 2 experimentos.

Desarrollo.

Exp. 1. Breve descripción: El trabajo se llevo adelante en la UEDAP ganadera de Castelli, Pcia. Bs.As (Unidad experimental de Alta Producción, Monsanto), durante la campaña 2004/2005. Para ello se planteo un diseño experimental en bloques (repeticiones) completos al azar, cada uno de las cuales incluyó las alternativas: solo maíz DK682RR, una mezcla de maíz / soja y solo soja DM4800. La siembra directa de los cultivos combinados se hizo regulando cada mitad de la sembradora utilizada para cada cultivo, o sea 4 líneas de la máquina sembraron 71400 semillas por hectárea de maíz fertilizando con 100 kg/ha de DAP; y las otras 4 líneas sembraron 314285 semillas por ha de soja inoculada fertilizando con 50 kg/ha de DAP. Sólo al maíz se lo fertilizó con 250 kg/ha de urea a la 4ª hoja y ambos cultivos fueron pulverizados con Roundup Max 1,8 kg/ha el 2/12/04, realizando una segunda aplicación de 2 kg/ha el 31/12/04, transitando por la soja con el brazo del pulverizador levantado para no romper plantas de maíz (esta es una de las ventajas del intercultivo maíz - soja).

La decisión de sembrar 4 líneas de maíz y 4 de soja se tomó debido a que para el ensilado se utilizaría una máquina de 8 surcos a 0,7 cm (6 m ancho de corte). La realidad es que desde un punto de vista práctico esto lo podemos hacer con cualquier sembradora de granos gruesos, sea de 7, 8, 10 surcos, simplemente regulando una mitad de la máquina para un cultivo y la otra mitad para el otro, o sembrando una máquina y dejando máquina libre por medio (para luego meter el otro cultivo), o trabajando con dos máquinas del mismo ancho a la par; ya que como para el ensilado necesitamos una picadora con cabezal rotativo, la cosecha se puede realizar al sesgo o en cualquier sentido, siempre tratando de ir cosechando 50% soja y 50% maíz. Esto de 50:50 no es al azar, sino que tiene una explicación.

Dado que con la soja utilizada pensamos en un rinde cercano al 50% del rinde que tendríamos con este maíz (soja grupo 4,8), sembrando mitad de cada cultivo lograríamos que en el silo halla aproximadamente 75% maíz y 25% soja (base materia seca). De esta forma estaríamos evitando un problema que podemos tener si nos pasamos del 35% de soja en R6 en una dieta: el exceso de aceite.

Pensando en que la soja en ese estado tiene 10% de aceite y en que este silo en algún momento puede ser el único alimento para una categoría en particular, hasta 35% de soja con 10% de aceite nos está aportando al silo 3,5% de aceite que sería casi el límite por encima del cual en la dieta de un rumiante podemos comenzar a tener problemas con la digestión de la fibra.

El ensayo se ensiló el día 23/03/05 con la soja en el estadio R6 a R7 y el maíz entre 2/3 línea de leche y grano duro, con picadora *Class Jaguar* con cabezal rotativo. Cada repetición o bloque se embolsó por separado, teniendo dentro de cada una las alternativas sólo maíz RR, maíz / soja RR y sólo soja RR, y en el momento del embolsado cada cultivo puro o combinado se sometió o no a la aplicación de un inoculante bacteriano (Sil-All, Alltech Inc., Nicholasville, KY).

Diseño y análisis: Los datos de calidad y rendimiento del ensayo de maíz-soja se analizaron usando un diseño de bloque completo al azar considerando cultivo (maíz, maíz/soja, soja) como el único factor en el modelo. Los datos de calidad nutritiva y fermentativa del ensilado se analizaron usando un diseño factorial de bloque completo al azar. Los dos factores considerados en el modelo fueron cultivo (maíz, maíz/soja, soja) y presencia o ausencia de inoculante.

Los datos de digestibilidad de materia orgánica (MO) de planta antes y después de ensilar se determinaron de la siguiente forma: el residuo luego de 72h de incubación se considero como la fracción de MO indigestible; la fracción de MO digestible se estimo como 100-la fracción indigestible; y la tasa de digestión de la fracción digestible de la MO se determino ajustando los residuos corregidos (menos fracción indigestible) y transformados (transformación logarítmica) a un modelo de cinética de primer orden usando regresión lineal (Mertens, 1993). Las diferencias entre medias se evaluaron usando el procedimiento de Tukey (Steel y Torrie, 1988) cuando el análisis de varianza resulto significativo.

Resultados e interpretación: en la **Tabla 1** se presentan lo resultados de calidad nutritiva, cinética de digestión y rendimiento.

La calidad nutritiva refleja obviamente el contraste de cultivos diferentes y algo intermedio en la combinación. En primer lugar el % de MS del maíz y de la mezcla con soja fue superior al obtenido en la soja sola, la cual a pesar de estar en el estadio ideal (R6 a R7) no supero los 36 puntos de MS. Esto habla de la importancia del maíz en aportar MS al silo combinado. Otra cosa interesante y que diríamos es uno de los objetivos de participar a la soja en la combinación, es el contenido proteico que la misma puede aportar. Si bien fue el

cultivo de mayor % de PB (20.7%), debido a que el rinde/ha fue bajo, también lo fue el nivel de participación en el silo frente a un cultivo de maíz más productor, lo que termino subiendo sólo 3 puntos el contenido proteico del silo sin llegar a obtener diferencias consistentes respecto del maíz solo. No obstante 9% de proteínas es más que interesante pensando en un alimento combinado de maíz/soja. Finalmente el contenido de almidón logrado en la combinación no se distancio mucho del obtenido para el maíz puro, lo cual puede en cierta medida deberse a la mayor exposición solar que tiene la bordura del maíz en este tipo de siembras, y por ende una mayor participación de grano en el volumen de la planta (planta mas pequeña y espiga más grande). Este sería un punto en el cual habría que trabajar para explotar al máximo esta posibilidad y transformar este supuesto en información consistente (aunque ya hay información al respecto en ensayos que evalúan solo rendimiento de grano).

En cuanto a la cinética de digestión vemos que la combinación realmente nos da una fracción digestible muy interesante y claramente superior a la soja sola, sin diferenciarse en cuanto a la tasa. Las diferencias si contrastan entre maíz solo y soja sola, en dónde tenemos más fracción digestible en el maíz (70,2 vs. 56,7, $P < 0,005$) y que se digiere más lentamente (menor tasa), lo cual da una idea de que si bien la soja tiene una menor fracción digestible la misma se degrada rápidamente.

Finalmente el rendimiento de la combinación no difiere del rendimiento logrado sólo en maíz, incluso con una variedad de soja como la utilizada en este ensayo de baja productividad (grupo 4,8). Nuevamente todo pasa por el rinde sin agua, que es el que realmente aporta lo nutrientes al animal, o sea la materia seca digestible obtenida en la combinación es tanta como la obtenida solo en el maíz y supera en más de dos veces a la obtenida en la soja como monocultivo.

Los resultados relacionados al ensilado luego de 60 días de almacenamiento en bolsa, se presentan en la **Tabla 2**.

La calidad nutritiva lograda en la combinación de ambos cultivos ensilados, nuevamente es reflejo de lo que cada uno por separado aporta al rendimiento. Así el maíz tuvo el mayor % de MS, CHS y almidón, y el menor contenido proteico y de EE, lo cual es opuesto a lo encontrado en la soja sola. En cuanto a la combinación, los resultados muestran una calidad más que interesante en cuanto a %MS (42,6), %PB (12,5%) y almidón (21,2%, transformando a la combinación en una fuente de nutrientes muy valiosos, ya que entre otras cosas nos dio el mayor % de MO y la mayor proporción de proteínas de alta calidad (PV). En cuanto al contenido de aceite, el mismo está dentro del límite que nos permitiría utilizar a este tipo de recurso como único alimento en la dieta de algún rumiante en particular. Por otro lado la inoculación tendió a reducir el contenido de FDN y a incrementar el contenido de almidón, lo cual puede estar mostrando que cuando inoculamos (gracias al efecto combinado de enzimas y bacterias), estamos usando parte de la fracción estructural de la planta para generar nutrientes solubles que en parte usan las bacterias pero que en gran medida quedan disponibles para el animal. Muestra de ello es el efecto positivo del inoculante en el contenido de hidratos de carbono solubles.

La calidad fermentativa nos muestra que la soja por ser un cultivo de alto contenido proteico, bajo contenido de azúcares y alta capacidad buffer, da valores de pH altos que pueden significar materiales aeróbicamente poco estables (poca vida útil si no lo extraemos y usamos en forma planificada y rápida), mientras que diluir la soja en el maíz tiene un efecto positivo en reducir los pH ya que el proceso fermentativo tiende a hacerse más

parecido al de maíz que al de soja sola. En este caso la inoculación no generó demasiados cambios en las variables fermentativas.

Por último la *cinética de digestión* de la MO arrojó resultados muy interesantes, en donde nuevamente la soja y el maíz marcaron los extremos en cuanto a fracción digestible y tasa (mayor FD y menor kd en maíz y *viceversa* en soja), y la combinación generó un silaje de características intermedias. Aquí el inoculante nuevamente muestra una ventaja más que importante en mejorar la fracción digestible, independientemente del cultivo bajo análisis, ya que la interacción cultivo x inoculante no resultó significativa ($P < 0,61$).

Conclusiones particulares: estos resultados muestran que es posible implantar y ensilar maíz y soja sin afectar los rendimientos ni la calidad del silaje logrado, entregando un producto más que interesante en cuanto a MS, PB y almidón, sin correr con los riesgos del aceite para una dieta de bovinos. Se evidencia una ventaja de la inoculación en producir mejoras sobre el contenido proteico, calidad proteica y en especial sobre la fracción digestible de la MO, con lo cual estamos conservando más que un silaje un concentrado energético proteico, obviamente a un costo bastante inferior.

Exp.2. Breve descripción: debido al interés que despertó la práctica de combinación de cultivos se decidió proyectar el ensayo a 5 sitios agro-ecológicos diferentes, teniendo como particularidades el uso de híbridos similares. Así se eligieron en como sitios a Castelli y Pehuajó (Bs. As), Jesús María y Río Cuarto (Cba.), y Tucumán (La Cruz).

Para cada sitio se definió la siembra directa del intercultivo cuando la situación climática (T°C y humedad) permitiera lograr la siembra conjunta de maíz y soja. Así las fechas de siembra fueron: últimos 10 días de octubre de 2005 para Castelli, Pehuajó, Río Cuarto y Jesús María y fin de diciembre de 2005 para Tucumán. El maíz utilizado en todos los casos fue el DK684RR2 y la soja seleccionada fue una variedad de lo más larga posible (en busca de rendimiento) pero que llegara a R6 cuando ese híbrido de maíz rondara en cada sitio la ½ línea de leche. Así utilizamos LT2055 Castelli, N4725 Pehuajó, N5901 Río Cuarto, N6901 Jesús María y A8000 Tucumán, las cuales nos permitieron cumplir con el objetivo. Los cultivos se implantaron a 52 cm entre líneas con sembradora neumática buscando un franjeo no menor a 3 m por cultivo, ya que al momento del ensilado lo que cosecharíamos sería un ancho de 4,2 a 6 m. Al momento del ensilado se procedió al muestreo del material pre y a la determinación del rendimiento, embolsando el material durante 60 días sometido o no a la acción de un inoculante bacteriano (Sil-All, Alltech Inc., Nicholasville, KY).

Diseño y análisis: Los datos de calidad y rendimiento del ensayo de maíz-soja se analizaron usando un diseño de bloque completo al azar considerando sitio agro-ecológico (Castelli, Jesús María, Pehuajó, Río Cuarto y Tucumán) como el único factor en el modelo. Los datos de calidad nutritiva y fermentativa del ensilado se analizaron mediante un diseño factorial de bloque completo al azar. Los dos factores considerados en el modelo fueron sitio agro-ecológico (Castelli, Jesús María, Pehuajó, Río Cuarto y Tucumán) y presencia o ausencia de inoculante. Para estimar la fracción digestible y la tasa de digestión, se utilizó la misma metodología aplicada en el Ensayo N°1, según Mertens (1993). Las diferencias entre medias se evaluaron usando el procedimiento de Tukey (Steel y Torrie, 1988) cuando el análisis de varianza resultó significativo.

Resultados e interpretación: el efecto del sitio sobre la calidad nutritiva, la cinética de digestión y el rendimiento de la combinación maíz / soja se muestra en la **Tabla 3**. Si bien hay un marcado efecto del sitio, en general la *calidad nutritiva* lograda en la combinación fue muy buena en todos los casos.

Así los mayores % de MS se obtuvieron en Pehuajó básicamente producto de la intensa sequía que afectó a la zona que hizo avanzar en madurez al maíz a un mayor ritmo que la soja. Luego siguió Castelli, Jesús María, Río IV y Tucumán. La realidad es que si un sitio tenía margen para esperar era Tucumán pero fue imposible retrasar el momento de ensilado, no obstante a pesar de tener un maíz lechoso y soja en R5, 27,4% de MS es un valor interesante aunque muy mejorable simplemente dando mas tiempo a los cultivos. Río Cuarto fue otra de las localidades en dónde el maíz fue quien más sufrió, sin embargo se ve que la soja ayudó mucho a mantener la calidad lográndose aquí el mayor % de PB. Esto muestra que si por razones climáticas un cultivo se afecta, el otro ayuda a compensar parcialmente la calidad ya que lograr combinaciones que en promedio tuvieron 38% MS, 45% de FDN, 68% PV y 93% de MO, todas con menos del 6% de variación (CV), no es poca cosa.

Desde ya que semejante contraste de ambientes, también influyó sobre el *rendimiento* aunque si nos remitimos a lo que más nos interesa (materia seca digestible / ha) Castelli y Jesús María tuvieron los rindes más altos, le siguieron Pehuajó (afectado por sequía) y Tucumán (ensilado temprano), y finalmente tenemos a Río Cuarto con la menor productividad. Lo importante que quiero rescatar es que los rindes se pueden sacrificar tanto por un clima errático como por elegir un momento inadecuado para el ensilado (temprano con mucho agua), por lo cual toma mucha importancia el seguimiento agronómico de los cultivos y la decisión de picar en el punto ½ línea de leche para maíz y R6 para soja. Un combinado de maíz/soja como el de Tucumán, con rendimientos de MV/ha de los mas altos, solo necesitaba tiempo para estar entre los primeros en MSD/ha.

En la **Tabla 4** se muestra el efecto del sitio y la inoculación sobre los parámetros estudiados. Sobre la *calidad nutritiva* vemos que el sitio impacta al material ensilado por 60 días de una forma similar a la que lo hace en la planta pre-ensilada, siendo los valores generales muy interesantes desde el punto de vista nutricional. Algo interesante que se vuelve a marcar es el efecto de la inoculación en mejorar el contenido de almidón, de proteína bruta y verdadera que terminarán siendo alimento para las vacas y no pérdidas originadas en el proceso de ensilaje. En cuanto a *calidad fermentativa*, los valores de pH alcanzados en las diferentes UEDAPs son reflejo del nivel final de participación de la soja en el rendimiento, ya que en dónde la soja representó mayor proporción, costó más acidificar el material como se observa para Castelli. No obstante los valores de 3,7 a 4,6 están dentro de lo aceptable para combinación de cultivos.

Finalmente en cuanto a *cinética de la digestión*, en todas las UEDAPs la combinación de cultivos entregó silajes con una fracción digestible alta, y por las tasas obtenidas (en su mayoría superior a 5), también rápidamente digeribles. Nuevamente hay un claro efecto de la inoculación en mejorar la fracción digestible del silaje combinado independientemente del sitio (interacción no sig.), siendo el incremento de 4,6 puntos porcentuales.

Conclusiones particulares: independientemente del sitio agro-ecológico en cuestión, podemos concluir que los cultivos de maíz – soja RR se pueden combinar para producir silajes y que el producto final es de alta calidad y rendimiento si elegimos materiales adecuados. La inoculación permitió mejorar los parámetros de calidad nutritiva y digestibilidad de los cultivos combinados.

Conclusión.

A partir de la información obtenida podemos decir que es factible combinar maíz soja RR y lograr cultivos que aporten rendimiento y calidad a los silajes en una vasta región del país. Por su parte los maíces RR surgen como una opción más que interesante para la ganadería por permitirnos cambiar las clásicas rotaciones, pero por sobre todo por lo que producen en cantidad y calidad, lo cual se ve claramente influenciado por la espiga que tienen estos materiales en su mayoría seleccionados para producción de granos (graníferos). Por último los inoculantes aparecen como una herramienta que nos permite preservar más nutrientes digestibles, pero debe quedar claro que ninguna tecnología de las aquí mencionadas funciona sin adecuadas decisiones, para lo cual el conocimiento y el manejo de información deberían ser necesariamente los pilares sobre los cuales se construyan empresas ganaderas rentables y sustentables, independientemente de los ánimos del momento. Hay mucho por mejorar tranquilamente adentro y con este material solo queremos contribuir a ello.

Agradezco a los técnicos que llevaron adelante cada una de las UEDAPs (Nicolás Risucci, Marcos Bongiovanni, Lucas Domínguez, Alejandro Cuadra), a todos aquellos contratistas que hicieron posible las siembras y ensilado de ensayos (CACF) y a cada una de las personas y empresas que de alguna u otra forma participaron en estos trabajos.